

## ETCHING METHOD

Publication number: JP8148468 (A)

Publication date: 1995-06-07

Inventor(s): OKUNI MITSUHIRO

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- International: C23F4/00; H01L21/302; H01L21/3065; C23F4/00; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/3065; C23F4/00

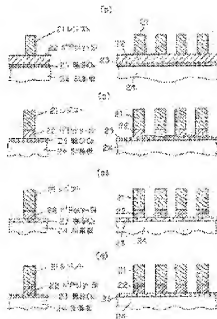
- European:

Application number: JP19940285013 19941118

Priority number(s): JP19940285013 19941118

Abstract of JP 8148468 (A)

**PURPOSE:** To protect a substrate against deformation caused by a micro loading effect by a method wherein an N<sub>2</sub>+Poly-Si layer is specified in selection ratio to insulating films used under isotropic etching conditions and non-isotropic etching conditions respectively. **CONSTITUTION:** A film structure is composed of an Si substrate 24, a thermal SiO<sub>2</sub> 21, an N<sub>2</sub>+Poly-Si 22, and a resist layer 23, and the N<sub>2</sub>+Poly-Si 22 is etched with a Lissajous-electron plasma device which generates high-vacuum plasma by a rotating electric field. First, a natural oxide film is removed, and a main etching operation is carried out under conditions that a selection ratio to an oxide film is kept below 20, a non-isotropic etching is performed under conditions that a selection ratio to an oxide film is kept above 30 or a solid pattern (space section) residual main etching is carried out. Thereafter, all the solid pattern (space section) is etched, and then an overetching is carried out to completely remove the residues under such conditions that a selection ratio to an oxide film is kept above 100.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

特開平8-148468

(43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/3065

C 2 3 F 4/00

識別記号

庁内整理番号

A 9352-4K

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/302

J

審査請求 未請求 請求項の数3 ○ L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平6-285013

(22) 出願日

平成6年(1994)11月18日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大國 充弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器

産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

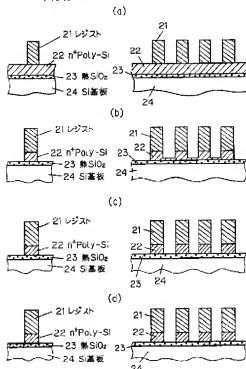
(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【構成】 表面に絶縁膜23が形成されたシリコンまたはシリコン化合物を形成した後シリコンまたはシリコン化合物上にレジスト21を形成し、その後レジスト21をマスクとしてレジストで覆われていないシリコンまたはシリコン化合物をメインエッチングする。さらに、等方エッチ成分がなくなかつ絶縁膜23との選択比が30以上ある条件でエッチングを行った後、等方エッチ成分を有し絶縁膜23との選択比が100以上ある条件でエッチングを行う。

【効果】 ローディング効果により、従来方法のみではエッチング残りが生じる密パターン周辺(ライン&スペース部)においても、くびれ形状にならない良好な垂直形状が高選択比、高寸法制御のもとで実現できる。

本発明によるエッチング方法での結果



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に絶縁膜が形成されたシリコンまたはシリコン化合物を形成する工程と、前記シリコンまたはシリコン化合物上にレジストを形成する工程と、前記レジストをマスクとして前記レジストで覆われていない前記シリコンまたはシリコン化合物をメインエッチングする第1のエッチング工程と、前記第1のエッチングの後等方エッチ成分がなくなかつ前記絶縁膜との選択比が30以上ある条件でエッチングを行う第2のエッチング工程と、前記第2のエッチング工程の後等方エッチ成分を有し前記絶縁膜との選択比が100以上ある条件でエッチングを行う第3のエッチング工程とを有するエッチング方法。

【請求項2】 第1、第2及び第3のエッチング条件の圧力が同一であることを特徴とする請求項1記載のエッチング方法。

【請求項3】 第1、第2及び第3のエッチング条件の全ガス流量が同一であることを特徴とする請求項1または2記載のエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エッチング方法に関するものであり、特にエッチングの対象物としての膜はシリコンまたはシリコン化合物の膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 エッチングの中でもドライエッチングとは、プラズマ中に存在するイオン、ラジカル等による気相と固相表面における化学的又は物理的反応を利用し、薄膜を食刻する微細加工技術である。ドライエッチング技術としては、最も広く用いられている反応性イオンエッチング（RIE）、回転磁場を利用する電子サイクロトロン共振（ECR）、最近では誘導結合型プラズマ（ICP）や、回転電界を利用するリサージュエレクトロンプラズマ（LEP）等があり、適当なガスの高周波放電プラズマに試料を曝すことにより反応を起こし、試料表面の一部を除去するものである。

【0003】 ドライエッチングにおける微細化のためにはイオンの方向性を揃えることが必要であるが、このためにはプラズマ中でのイオン散乱を減らすことが不可欠である。イオンの方向性を揃えるためには、真空度を高くしてイオンの平均自由行程を大きくすることが効果的であると言われている。

【0004】 一方半導体デバイスを製造するにおいてド

ライエッチング工程は、とりわけ重要であり、特にトランジスタの性能に大きな影響を与えるゲート電極の形成には、垂直形状、高速度、高選択比、高寸法制御等が要求されている。ゲート電極材には、ポリシリコン系の膜が主に使用される場合が多くそのエッチング方法は多岐に渡っている。そしてエッチング用プラズマ源は、RIE、ECR、ICP、LEPが主流であり、またエッチング用ガスは主に塩素、臭素系が用いられている。そして、昨今半導体デバイスでのシリコン系エッチングにおける要求はますます高くなるばかりである。0.25  $\mu\text{m}$ 以下の微細パターンでは、高選択比（対レジスト、対酸化膜）、高寸法制御、垂直エッチングの同時実現が要求されているが、これを達成することは困難である。

【0005】 上記の高性能エッチングを達成するために、エッチング中にその条件を一度変更する方法が、特公平2-57701号公報において提案されており、以下ではこの従来のドライエッチングについて説明する。

【0006】 まず、基板上の絶縁膜上の電極膜（例えばn<sup>+</sup>polySi）の表面に垂直な方向に選択性がある第1のエッチングを行って選択的にエッチングするとともに絶縁膜が完全に露出する手前でこのエッチングを停止する。次に、第1のエッチングの後、第1のエッチングで絶縁膜の一部に残存した電極膜を、第1のエッチングよりも絶縁膜のエッチングが生じにくい第2のエッチングにてエッチングすることにより、電極のパターンで覆われていない絶縁膜をエッチングすることなく、電極膜（電極パターン）を絶縁膜上に選択的に形成する。

【0007】 このようなメインエッチ（主なるエッチング、上記の従来例では第1のエッチング）とオーバーエッチ（残存除去エッチング、上記の従来例では第2のエッチング）とに分ける方法は、昨今特に段差を有する半導体デバイスの製造に広く一般的に利用されてきている。

【0008】 以下では上記の従来方法でエッチングした例を図面を参照しながら具体的に説明する。

【0009】 図2は、様々なエッチング装置の内の回転電場を用いて高真空プラズマを発生するリサージュエレクトロンプラズマ（LEP）装置の概要図である。11はチャンパー、12、13、14は創方電極、15は電極（試料台）、16はアース電極である。この装置系を用いて表2に示す条件でエッチングを行った。

【0010】

【表1】

10

20

30

40

## 従来例でのエッチングプロセス

|   | 自然酸化膜<br>除去 | 第1の<br>ドライエッチング | 第2の<br>ドライエッチング |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| ガス種・流量<br>$\text{Cl}_2/\text{HBr}/\text{O}_2$<br>(sccm) | 60/0/0      | 90/0/0          | 0/58/2          |
| パワー<br>LEP/RF(W)  | 0/100       | 3×130/150       | 3×70/80         |
| 圧力<br>(Pa)  | 3           | 1               | 1.5             |
| 時間<br>(sec)   | 20          | 60              | 60              |
| n <sup>+</sup> Polysilicon<br>エッチングレート<br>(Å/min)       | 50          | 3300            | 1650            |
| 対 $\text{SiO}_2$ の<br>選択比                               | 0.3         | 18              | 200             |

## LEP 側方電極

【0011】図3(a)はエッチング前の膜構成であり、21はレジスト、22はn<sup>+</sup>Polysilicon、23は熱SiO<sub>2</sub>、24はSi基板である。3個の側方電極12、13、14には周波数54.24MHzのLEPパワーを印加し、電極(試料台)15には周波数13.56MHzのRFパワーを印加した。ここで第1のドライエッチングが完了した時点では、マイクロローディング効果があるために図3(b)に示す様に粗パターン周辺(オープン部)では完全にエッチングされているが、密パターン周辺(ライン&スペース)の内側ではまだ未エッチング部が残っている。このまま第2のドライエッチングに移行すると、この条件は熱SiO<sub>2</sub>との選択比を上げるために酸素ガスを添加しており、等方性エッチ成分が支配的になるため最終的に図3(c)に示す様にライン&スペースの内側で食い込み形状が発生する。

【0012】このように、従来の方では、高精度エッチングには追従出来ず例えばマイクロローディング効果が顕著である0.25μm以下の微細パターンはもちろんのこと、0.35μmレベルのパターンにおいても再現性良く、高選択比、高寸法制御、垂直エッチングを同時実現することは困難である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題点を鑑み、マイクロローディング効果に起因する形状不良が発生せず、また再現性も良く、さらに高選択比、高寸法制御、垂直エッチングを実現するエッチング方法を提供するものである。

【0014】

## RF 電極(試料台)

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、絶縁膜上にシリコン又はシリコン化合物の形成された基板において、エッチングマスクで覆われていない前記シリコン又はシリコン化合物をエッチングする場合、第1ステップとして前記シリコン又はシリコン化合物上の自然酸化膜を除去した後、第2ステップとして対酸化膜選択比20以下の条件で選択的に前記シリコン又はシリコン化合物をエッチングするとともに前記絶縁膜が、粗パターン周辺(オープン部)では完全に露出し、またローディング効果により密パターン周辺(ライン&スペース部)では完全に露出しないためその手前で終了するバルク部エッチング、第3ステップとして対酸化膜選択比30以上で等方エッチ成分のない条件で前記絶縁膜の密パターン周辺(ライン&スペース部)が完全に露出するバルク部エッチングと粗パターン周辺(オープン部)での残さ除去、第4ステップとして等方エッチ成分はあるが対酸化膜選択比100以上ある条件で粗パターン周辺のオーバーエッチなる残さ除去、のステップに分けてエッチング方法を用いる。

【0015】また、本発明は全てのエッチングステップで同一圧力とする事が望ましい。さらに、その全ガス流量が同一である事が望ましい。

【0016】

【作用】本発明は上記した構成によって、下地である酸化膜との選択比が50以上ありサイドエッチの入らないエッチング条件で密パターン周辺(ライン&スペース部)の残りをエッチングし、最後にオーバーエッチ条件を施すことにより前記シリコン又はシリコン化合物を、

安定で垂直形状、高選択比、高寸法制御エッチングが可能となる。

【0017】

【実施例】以下本発明の一実施例であるエッチング方法について、図面を参照しながら説明する。

【0018】図2は本発明のエッチング方法を適用した、回転電場を用いた高真空プラズマを発生するリサジ\*

本発明での実施例エッチングプロセス

|   | 自然酸化膜<br>除去 | メインエッチ    | スペース部残り<br>メインエッチ | オーバーエッチ |
|---|-------------|-----------|-------------------|---------|
| ガス種・流量<br>Cl <sub>2</sub> /HBr/O <sub>2</sub><br>(sccm) | 60/0/0      | 60/0/0    | 0/60/0            | 0/58/2  |
| パワー<br>LEP/RF(W)  | 0/100       | 3x130/150 | 3x130/150         | 3x70/80 |
| 圧力<br>(Pa)  | 1           | 1         | 1                 | 1       |
| 時間<br>(sec)   | 15          | 60        | 15                | 30      |
| n <sup>+</sup> Polyシリコン<br>エッチングレート<br>(Å/min)          | 20          | 3300      | 1500              | 1650    |
| 対SiO <sub>2</sub> の<br>選択比                              | 0.5         | 18        | 50                | 170     |

#### LEP 側方電極

【0021】図1(a)はエッチング前の膜構成であり、21はレジスト、22はn<sup>+</sup>Poly-Si、23は熱SiO<sub>2</sub>、24はSi基板である。エッチング条件を表2に示す。3個の側方電極12、13、14には周波数5.4、2.4MHzのLEPパワーを印加し、電極(試料台)15には周波数13.56MHzのRFパワーを印加した。

【0022】まず自然酸化膜を除去した後、対酸化膜選択比20以下の条件でメインエッチを施すと図1(b)に示す様に粗パターン(オープン部)では完全にエッチングされているが、密パターン(ライン&スペースの内側部)ではまだ未エッチング部が残っている。

【0023】次に、対酸化膜選択比50以上の条件で等方エッチ成分のないエッチングすなわち密パターン(スペース部)残りメインエッチを15秒施すと図2(c)の様になり、その後密パターン(スペース部)を全てエッチングした後、さらに酸化膜との選択比を170にまで上げたオーバーエッチを施して残さを完全に除去する。

【0024】この様なエッチングステップにより、本発明では密パターンの部分における未エッチング部をエ

\*ユーエレクトロンプラズマ(LEP)装置の概要図であるが、その構成は従来のもと同様である。

【0019】この装置を用いて、n<sup>+</sup>Poly-Siエッチングを行った。その際のエッチング条件を表1に示す。

【0020】

【表2】

本発明での実施例エッチングプロセス

#### RF 電極(試料台)

30 エッチングするメインエッチングを行う工程を有しているため、オーバーエッチングの際には未エッチング部分が存在しない。従って、オーバーエッチングを行った際にも、食い込み形状の部分は発生せず、くびれ形状のない良好な垂直形状が高選択比のもとで得られる。すなわち、マイクロローディング効果による未エッチング部の発生に対しても、高精度にエッチングを行うことが可能となる。

【0025】なお、本実施例においては被エッチング膜をシリコン膜としたが、ポリサイドの様なシリコン化合物膜でも同様の効果が得られるのはいうまでもない。

40 【0026】また、スループットを上げるために各エッチングステップで、圧力及び総流量を同一にした方が有利である。

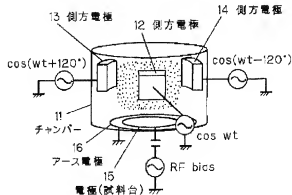
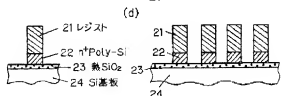
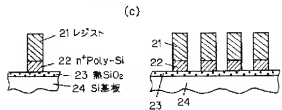
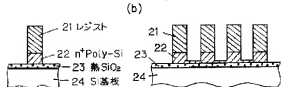
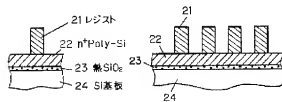
【0027】

【発明の効果】以上のように本発明によるエッチング方法では、マイクロローディング効果を打ち消し、良好な垂直形状を高選択比、高寸法制御のもとで実現できる。そして本発明により、高性能なゲート電極加工が可能となり電気特性のパラッキの少ないデバイスが実現できる。

## 11 チャンバー

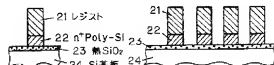
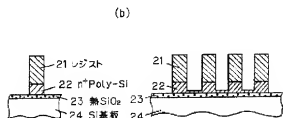
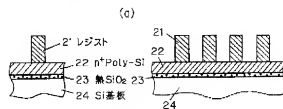
【图2】

(g)



【图3】

従来例でのエッチング結果



【手続補正書】

【提出日】平成6年12月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

従来例でのエッチング結果

